

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ
KATEDRA ŘÍDÍCI TECHNIKY



Návod na programování v NXT – G

(Vytvořeno v rámci bakalářské práce Využití robota LEGO MINDSTORMS – příprava
robotického semináře pro střední školu)

Obsah

SEZNAM OBRÁZKŮ	II
SEZNAM TABULEK	III
1 PROGRAMOVÁNÍ NXT KOSTKY	1
1.1 Seznámení se základními pojmy	2
1.2 NXT – G	3
1.3 Začínáme s programem LEGO MINDSTORMS NXT	3
1.3.1 Instalace a první spuštění	5
1.3.1.1 Systémové požadavky	5
1.3.1.2 Instalace	6
1.3.1.3 Spuštění	11
1.3.2 Popis jednotlivých částí programu	12
1.3.3 Vytvoření nového programu	15
1.3.4 Uložení programu	16
1.3.5 Otevření programu	17
1.3.6 Programovací bloky	18
1.3.7 Data hubs	22
1.3.8 Startovní bod	23
1.3.9 Sequence beam	24
1.3.10 Tvorba vlastních bloků	25
1.3.10.1 Vytvoření vlastního bloku	25
1.3.10.2 Úprava vytvořeného bloku	27
1.3.10.3 Správa palety <i>Custom</i>	28
1.3.11 Práce s proměnnými	28
1.3.11.1 Vytvoření proměnné	28
1.3.11.2 Použití proměnné	29
1.3.12 Správa souborů a paměti NXT kostky	30
1.3.12.1 Smazání souboru	30
1.3.12.2 Smazání všech vytvořených souborů	30
LITERATURA	32

Seznam obrázků

Obr. 1.1: Maloobchodní verze programu LEGO MINDSTORMS NXT s Robo Center	4
Obr. 1.2: Výuková verze programu LEGO MINDSTORMS NXT v2.0 s Robot Educator	5
Obr. 1.3: Úvodní instalační okno pro výběr jazyka použitého při instalaci	7
Obr. 1.4: Okno s průběhem načítání dalších komponent	7
Obr. 1.5: Okno s průběhem načítání	8
Obr. 1.6: Okno s licenčními podmínkami	9
Obr. 1.7: Okno s přehledem položek pro instalaci	9
Obr. 1.8: Okno s průběhem instalace	10
Obr. 1.9: Okno po dokončení instalace	10
Obr. 1.10: Okno pro dokončení instalace	11
Obr. 1.11: Průvodce Getting Started a System Overview	12
Obr. 1.12: Prostředí programu s vyznačenými částmi	12
Obr. 1.13: Sekce Start New Program	15
Obr. 1.14: Záložky pro přepínání mezi programy	16
Obr. 1.15: Simple Text – podporované znaky	16
Obr. 1.16: Okno pro uložení souboru	17
Obr. 1.17: Sekce Open Recent Program	18
Obr. 1.18: Move block	18
Obr. 1.19: Record/Play block	18
Obr. 1.20: Sound block	18
Obr. 1.21: Display block	19
Obr. 1.22: Wait block	19
Obr. 1.23: Loop block	19
Obr. 1.24: Switch block	19
Obr. 1.25: Common bloky	20
Obr. 1.26: Action bloky	20
Obr. 1.27: Sensor bloky	20
Obr. 1.28: Flow bloky	21
Obr. 1.29: Data bloky	21
Obr. 1.30: Advanced bloky	21
Obr. 1.31: My Blocks	21
Obr. 1.32: Web Downloads	22
Obr. 1.33: Zde klikněte pro otevření Data hub nabídky	22
Obr. 1.34: Data hub nabídka bloku Move se vstupními a výstupními zástrčkami	23
Obr. 1.35: Startovní bod a oblast pro umístění prvního bloku	23
Obr. 1.36: Příklad paralelního běhu programu	24
Obr. 1.37: Výběr bloků pro sloučení do jednoho bloku	25
Obr. 1.38: Úvodní okno průvodce My Block Builder	26
Obr. 1.39: Okno průvodce My Block Builder pro editaci vzhledu nové ikony	27
Obr. 1.40: Záložka Memory okna NXT	30

Seznam tabulek

Tab. 1.1: Přehled programovacích jazyků a jejich vlastností.....	1
------------------------------------------------------------------	---

1 Programování NXT kostky

Existuje mnoho odlišných způsobů pro psaní programů, které budou NXT kostkou vykonány. V Tab. 1.1 jsou shrnuty základní charakteristiky nejpoužívanějších programovacích jazyků.

Název jazyka	NXT - G	ROBOLAB	NXC	ROBOTC	leJOS NXJ	leJOS OSEK
Typ jazyka	Grafický	Grafický	Not Exatly C	C	Java	ANSI C/C++
Platformy	Windows, Mac OSX	Windows, Mac OSX	Windows, Mac OSX, Linux	Windows	Windows, Mac OSX, Linux	Windows
Firmware	Standardní	Standardní	Standardní	Standardní	Uživatelský	Uživatelský
IDE	Ano	Ano	Ano	Ano	pluginy pro Eclipse a Netbeans	Eclipse CDT (GCC+ATMEL SAM-BA
Podpora událostí	Ne	Ano	Ne	Ano	Standardní Java events	Ano (OSEK RTOS)
Podpora více vláken	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano (OSEK RTOS)
Datový typ float	Ne	Ano	Ne	Ano	Ano	Ano
Podpora Bluetooth	Ano	Ne	Ano	Ano	Ano	Ano
Cena	0\$ - <i>retail</i> verze 50\$ - <i>education</i> verze	50\$	Zdarma	30\$ - web 50\$ - CD	Zdarma	Zdarma

Tab. 1.1: Přehled programovacích jazyků a jejich vlastností

1.1 Seznámení se základními pojmy

Dříve než se seznámíme s vývojovým prostředím softwaru LEGO MINDSTORMS NXT a se základy programování v jazyku NXT – G, je potřeba vysvětlit několik základních pojmů, bez kterých se neobejdete. Ti z vás, kteří tyto pojmy již znají a nechtějí se jimi více zabývat, mohou tuto část přeskočit.

Základní pojmy:

- **Robot** - Existuje nespočetné množství definic pojmu robot. Jedna z definic říká, že je to elektrické zařízení, které funguje nezávisle na tom, aniž by ho řídil člověk. Můžeme také říci, že robot je stroj, který vykonává podobné činnosti jako člověk, především však činnosti pohybové a manipulační. Většinou musí takový stroj získávat informace o prostředí, ve kterém se pohybuje. Musí být schopen toto prostředí ovlivňovat jak fyzikálně, tak i mechanicky. Informace z prostředí získává pomocí senzorů. Senzor je zařízení, které je schopné měřit nějakou vlastnost prostředí. Senzorem může být třeba i obyčejný spínač. Tento spínač může robot například využít jako nárazník. Naopak působit na okolní prostředí může robot pomocí efektorů. Typickým příkladem efektoru je elektromotor. Po jeho připojení na kolo umožňuje robotovi pohyb. V závislosti na velikosti robota se můžeme setkat i s dalšími typy efektorů, ať už to jsou spalovací motory či hydraulika. Každý robot také musí mít zdroj energie, kterým je nejčastěji akumulátor. Ten poskytuje energii senzorům, řídící jednotce i většině efektorů.
- **Algoritmus** – Je to schematický postup, který je určený pro řešení určitých druhů problémů a který je prováděn pomocí konečného množství přesně definovaných kroků.
- **Program** – Postup operací, který popisuje realizaci dané úlohy. Jednoduše se dá říci, že se jedná o posloupnost instrukcí pro našeho robota. Program je vytvářen osobou - programátorem, zápisem algoritmu v nějakém programovacím jazyku.
- **Programovací jazyk** – Jedná se o jazyk sloužící k tvorbě programů. Je to prostředek pro zápis algoritmů a slouží jako komunikační nástroj mezi programátorem a

počítačem. Jako lidé mluví různými jazyky, tak i roboti (ale i počítače a další zařízení) mluví různými jazyky. Například lidé na naší planetě mluví angličtinou, němčinou, ruštinou, španělštinou, atd. I NXT programovací kostka rozumí různým jazykům. Mým rodným jazykem je čeština. Pro NXT kostku je „rodným“ jazykem NXT – G. Ve škole jsem se naučil mluvit anglicky, ale můj rodný jazyk to není. NXT kostka se také může naučit „rozumět“ dalším jazykům. Jako u lidí, tak i zde platí, že dříve než se začneme učit cizímu jazyku, tak je potřeba dokonale rozumět jazyku rodnému.

- **Programování** – Označuje činnost, při které je vytvářen (psán) program.
- **Software** = programové vybavení

1.2 NXT – G

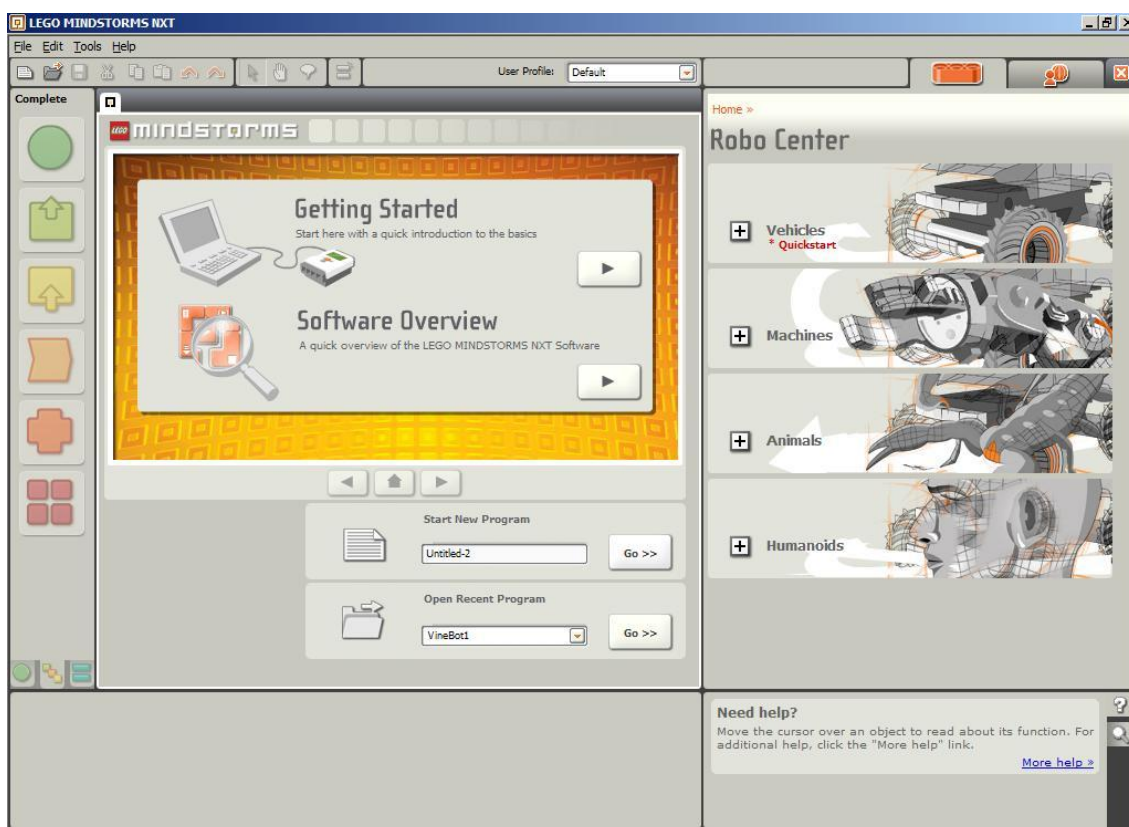
NXT – G je nástroj, který slouží k tomu, abyste vašemu robotovi řekli, co má dělat. Tento nástroj vám dovolí vytvářet programy, které pak nahrajete do vašeho MINDSTORMS robota. Může se jednat o jednoduché instrukce nebo o rozsáhlé a náročné programy. V názvu tohoto programovacího jazyka se za pomlčkou vyskytuje písmeno „G“, což je začáteční písmeno anglického slova *Graphical*. To znamená, že program není složen z instrukcí, které jsou v textové podobě, ale program je vytvářen v grafickém prostředí pomocí programovacích bloků. Ty se jednoduše řečeno skládají za sebou.

1.3 Začínáme s programem LEGO MINDSTORMS NXT

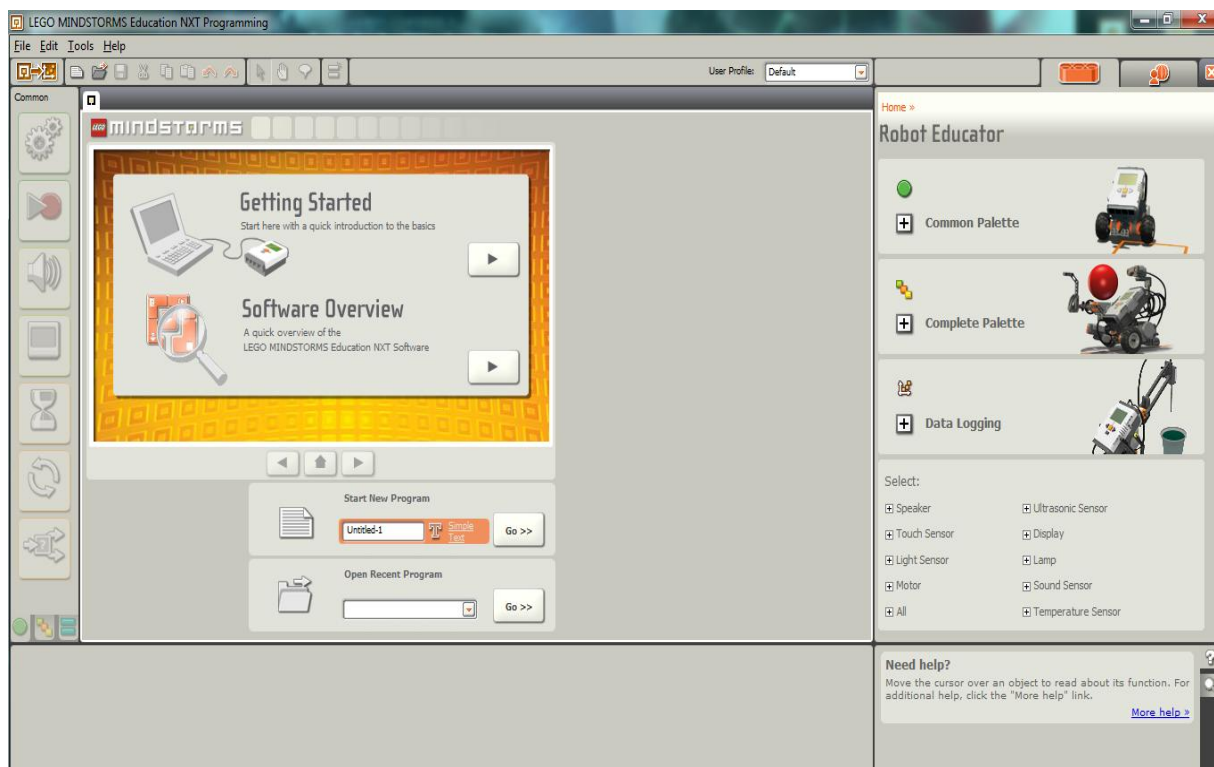
Programovací prostředí LEGO MINDSTORMS NXT bylo kompletně vytvořeno podle grafického programovacího softwaru LabVIEW, který je určen pro návrh automatických měřících a řídicích systémů. Uživatelé LabVIEW si mohou všimnout mnoha podobenství mezi programem LEGO MINDSTORMS NXT a LabVIEW, protože National Instruments a LEGO spolupracovali na tom, aby byly zachovány všechny klíčové grafické programovací prvky používané v LabVIEW proto, aby bylo uživatelské rozhraní optimalizováno i pro „nováčky“ v užívání počítačů. Programování je založeno na principu *drag-and-drop* („táhni a pusť“). Pomocí tohoto principu jsou z panelu na levé straně obrazovky přesouvány programovací bloky na programovací plochu programu. Každý blok má unikátní funkci jako například pohyb motorů, detekce zvuku, zobrazení zprávy nebo třeba měření vzdálenosti. Různými kombinacemi bloků se vytvoří program, který poté nahrajete do NXT kostky.

Zkompilovaný program je do NXT kostky přenesen pomocí USB kabelu nebo pomocí Bluetooth bezdrátového připojení.

Existují dvě podoby softwaru LEGO MINDSTORMS NXT. První je součástí NXT robotické stavebnice, kterou lze koupit v kamenném obchodě. Tato verze se někdy označuje jako *retail* - maloobchodní. Druhá je součástí NXT stavebnice, která se dá pořídit v *LEGO Educational Division* a má v názvu doplněno *education* - výuková. Výuková verze je hlavně pořizována školami nebo školícími centry, ale koupit přes internet si ji samozřejmě může kdokoli. Na Obr. 1.1 je vidět maloobchodní verze se sekci *Robo Center* a na Obr. 1.2 je výuková verze se sekci *Robot Educator*. *Robo Center* je průvodce, kde jsou krok po kroku instrukce pro sestavení a naprogramování čtyř NXT robotických modelů. *Robot Educator* je místo, kde se naučíte programovat vašeho robota pomocí 39 programovacích příkladů. Maloobchodní a výuková verze jsou v 90 procentech stejné a liší se pouze v pár funkcích. Ovládání programu je velmi jednoduché a intuitivní.



Obr. 1.1: Maloobchodní verze programu LEGO MINDSTORMS NXT s Robo Center



Obr. 1.2: Výuková verze programu LEGO MINDSTORMS NXT v2.0 s Robot Educator

1.3.1 Instalace a první spuštění

V následujícím textu se už budu pouze zabývat programem LEGO MINDSTORMS NXT ve verzi 2.0 - výuková verze. Instalační balíček mi zapůjčil vedoucí bakalářské práce, pan Ing. Martin Hlinovský, Ph.D. K dispozici je CD, kterým lze provést instalaci na operačním systému Microsoft Windows. Na druhém CD je NXT uživatelská příručka. Dále balíček obsahuje DVD, pomocí něhož program lze nainstalovat na počítačích se systémem Apple Macintosh. Já jsem provedl instalaci na svém notebooku se 64 bitovým operačním systémem Windows 7 Home Premium.

1.3.1.1 Systémové požadavky

- **Microsoft Windows**
 - Windows XP Professional nebo Home Edition se Service Packem 2 nebo novější
 - procesor Intel® Pentium® nebo kompatibilní, minimálně 800 MHz (doporučeno 1,5 GHz nebo lepší)
 - Windows Vista Service Pack 1 nebo novější

- procesor Intel® Pentium® nebo kompatibilní, minimálně 1 GHz (doporučeno 1,5 GHz nebo lepší)
 - CD-ROM mechanika
 - operační paměť: 512 MB RAM – minimálně
 - alespoň 700 MB volného místa na pevném disku
 - XGA displej (1024x768)
 - 1 USB port
 - kompatibilní Bluetooth adaptér – podporované programy pro Bluetooth jsou Widcomm Bluetooth pro Windows ve verzi novější než v. 1.4.2.10 SP5, Bluetooth „stacks“ zahrnuté v Microsoft Windows XP se Service Packem 2 nebo Service Packem 3, Windows Vista nebo Vista Service Pack 1
- **Apple Macintosh**
 - Apple MacOS X verze 10.3.9, 10.4 nebo 10.5
 - Power PC® G3, G4, G5 procesor, minimálně 600 MHz (doporučeno 1.3 GHz nebo lepší)
 - Apple MacOS X verze 10.4 nebo 10.5
 - Intel procesor
 - DVD mechanika
 - aspoň 700 MB volného místa na pevném disku
 - XGA displej (1024x768)
 - 1 USB port
 - kompatibilní Bluetooth adaptér - , Bluetooth „stacks“ zahrnuté v Apple MacOS X 10.3.9, 10.4 a 10.5

Poznámka: V následujícím textu budu používat pojem „kliknout“. Tím myslím, že na příslušný objekt najedete kurzorem myši a krátce stisknete a pustíte levé tlačítko.

1.3.1.2 Instalace

1. Zavřete všechny otevřené programy.
2. Vložte instalační CD do mechaniky vašeho počítače.
3. Pokud se CD automaticky nenačte, tak na ploše dvakrát klikněte na ikonu „Můj počítač“. Najděte disk s názvem „Mindstorms® NXT“ a dvakrát na něj klikněte.
4. Spustí se úvodní instalační okno (Obr. 1.3), ve kterém si zvolíte jazyk instalace.



Obr. 1.3: Úvodní instalační okno pro výběr jazyka použitého při instalaci

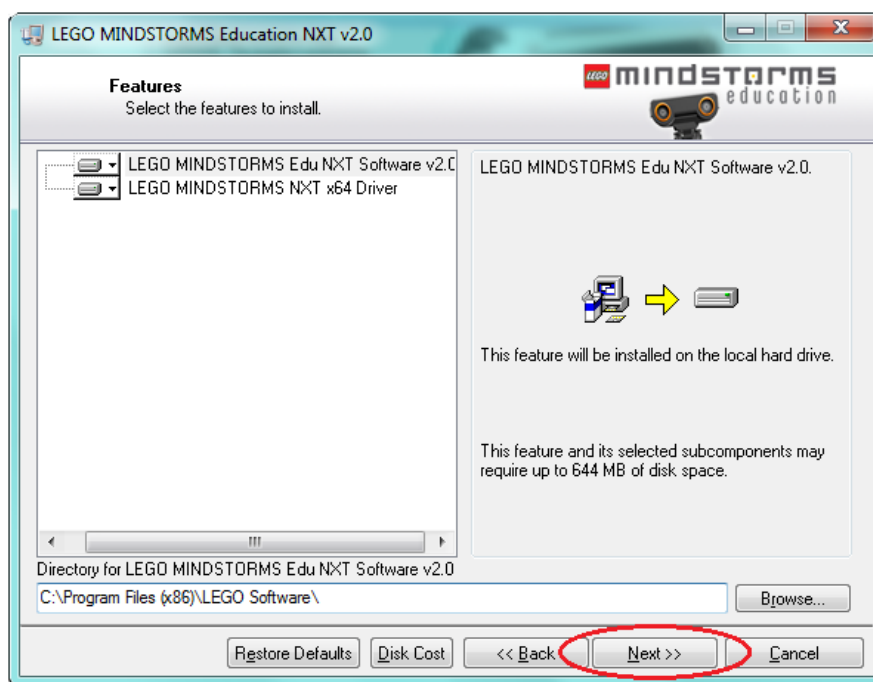
5. Já si zvolil angličtinu. Jaký jazyk si zvolíte vy, je na vás. Kliknutím na tlačítko s příslušným jazykem se objeví další okno (Obr. 1.4), ve kterém je vidět průběh inicializace instalátoru.



Obr. 1.4: Okno s průběhem načítání dalších komponent

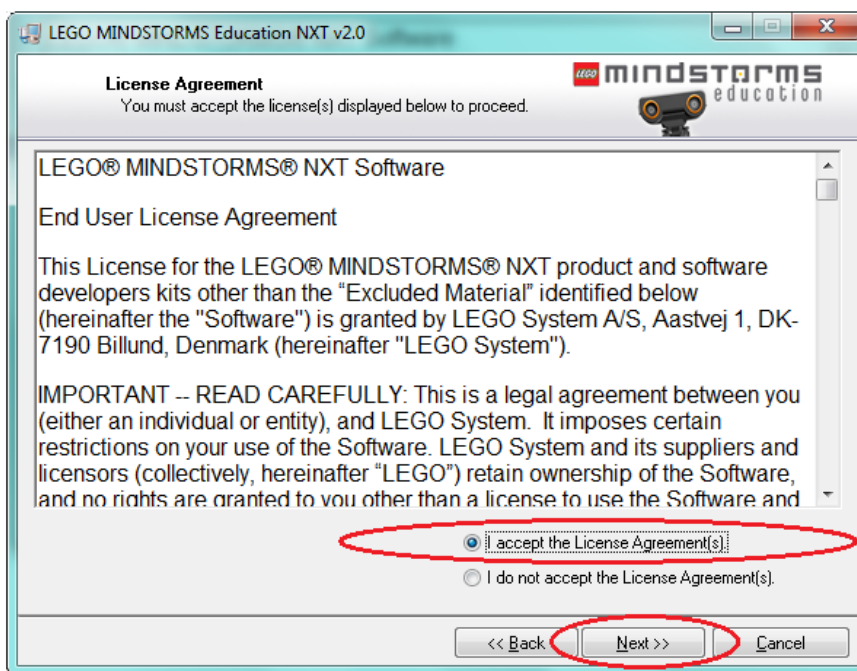
6. Jakmile doběhne „zelený indikátor“, který je umístěný v dolní části okna, až na konec, tak se objeví okno (Obr. 1.5), ve kterém si můžete zvolit, jaké části programu chcete nainstalovat a cílový adresář pro instalaci. Pokud máte 64 bitový operační systém,

tak určitě nechte druhou položku „LEGO MINDSTORMS NXT x64 Driver“ zatrhnutou, aby se nainstalovala, jinak by vám pak program nefungoval. Dále se v levé části okna nachází informace o tom, že se dané položky nainstalují na místní pevný disk a kolik je potřeba volného místa. Pokud jste spokojeni s předdefinovaným cílovým adresářem „C:\Program Files (x86)\LEGO Software“, můžete kliknout na tlačítko *Next*. Pokud nejste spokojeni a chcete změnit cílový adresář, tak klikněte na tlačítko *Browse*. Objeví se okno s adresářovou strukturou vašeho počítače, kde si zvolíte, kam chcete program nainstalovat. Po navolení klikněte na tlačítko *OK*.



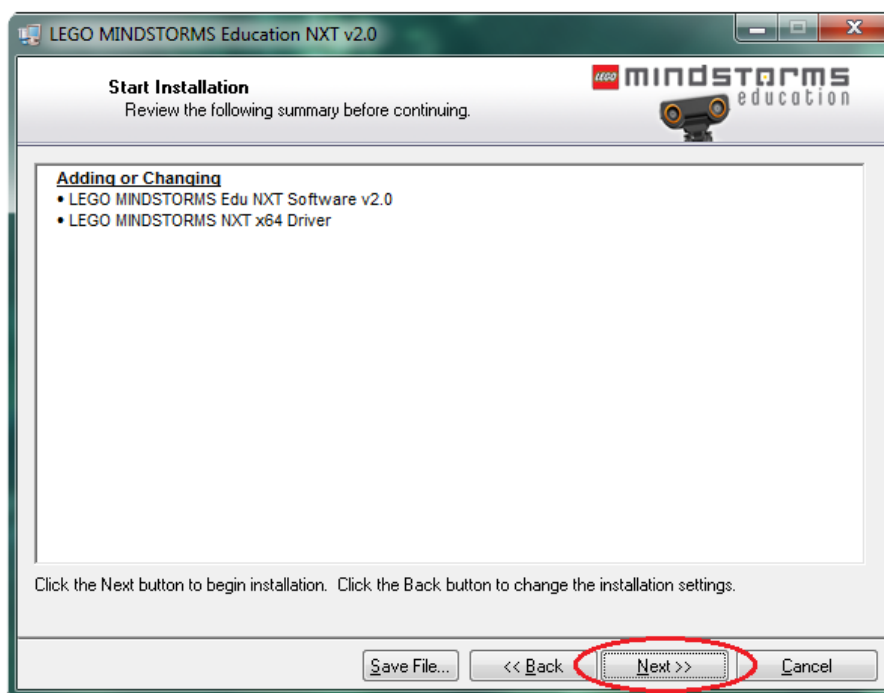
Obr. 1.5: Okno s průběhem načítání

7. V následujícím okně (Obr. 1.6) jsou k přečtení licenční podmínky. Pro přejítí na další okno je potřeba souhlasit s licenčními podmínkami kliknutím na přepínač s textem *“I accept the License Agreement(s)”*. Pak již můžete kliknout na tlačítko *Next*.



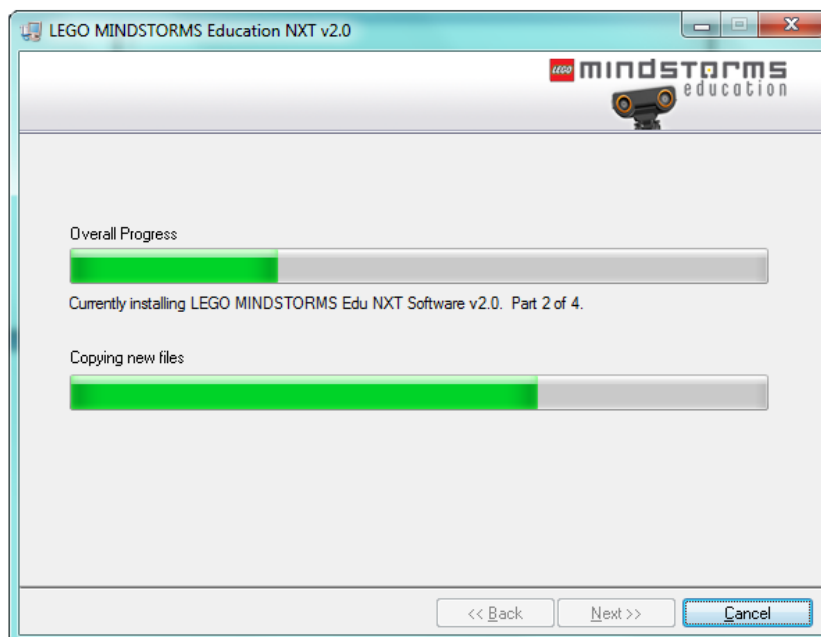
Obr. 1.6: Okno s licenčními podmínkami

8. Objeví se okno (Obr. 1.7) s přehledem, které položky se nainstalují. Pro přejítí k samotné instalaci stačí kliknout opět na tlačítko *Next*.



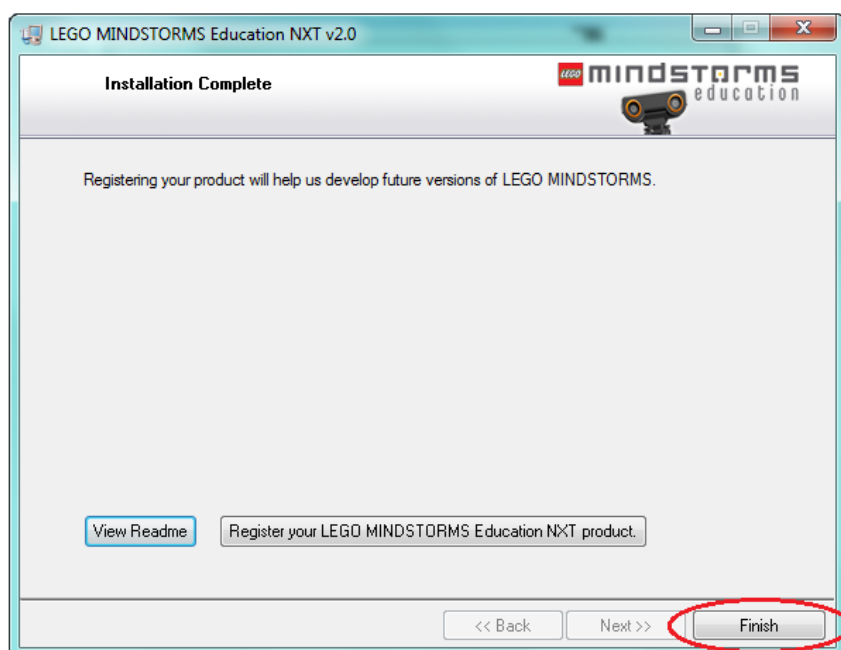
Obr. 1.7: Okno s přehledem položek pro instalaci

9. V následujícím okně (Obr. 1.8) je vidět průběh instalace.



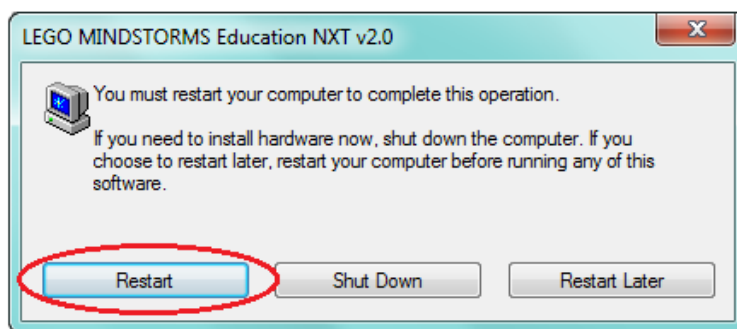
Obr. 1.8: Okno s průběhem instalace

10. Po „doběhnutí“ indikátoru průběhu instalace se objeví poslední okno (Obr. 1.9), kde můžete kliknutím na tlačítko *View Readme* otevřít poznámkový blok s informacemi o právě nainstalovaném programu. Vedlejší velké tlačítko slouží k registraci programu. Pro dokončení instalace klikněte na tlačítko *Finish* umístěné v levém dolním rohu okna.



Obr. 1.9: Okno po dokončení instalace

11. Po kliknutí na tlačítko *Finish* se objeví ještě jedno okno, které vidíte na Obr. 1.10. Před prvním spuštěním programu musíte restartovat počítač, a proto klikněte na tlačítko *Restart*. Pokud chcete restartovat počítač později, tak klikněte na tlačítko *Restart Later*. Pro instalaci hardwaru musíte nejprve vypnout počítač. To se vykoná po kliknutí na prostřední tlačítko *Shut Down*.



Obr. 1.10: Okno pro dokončení instalace

1.3.1.3 Spuštění

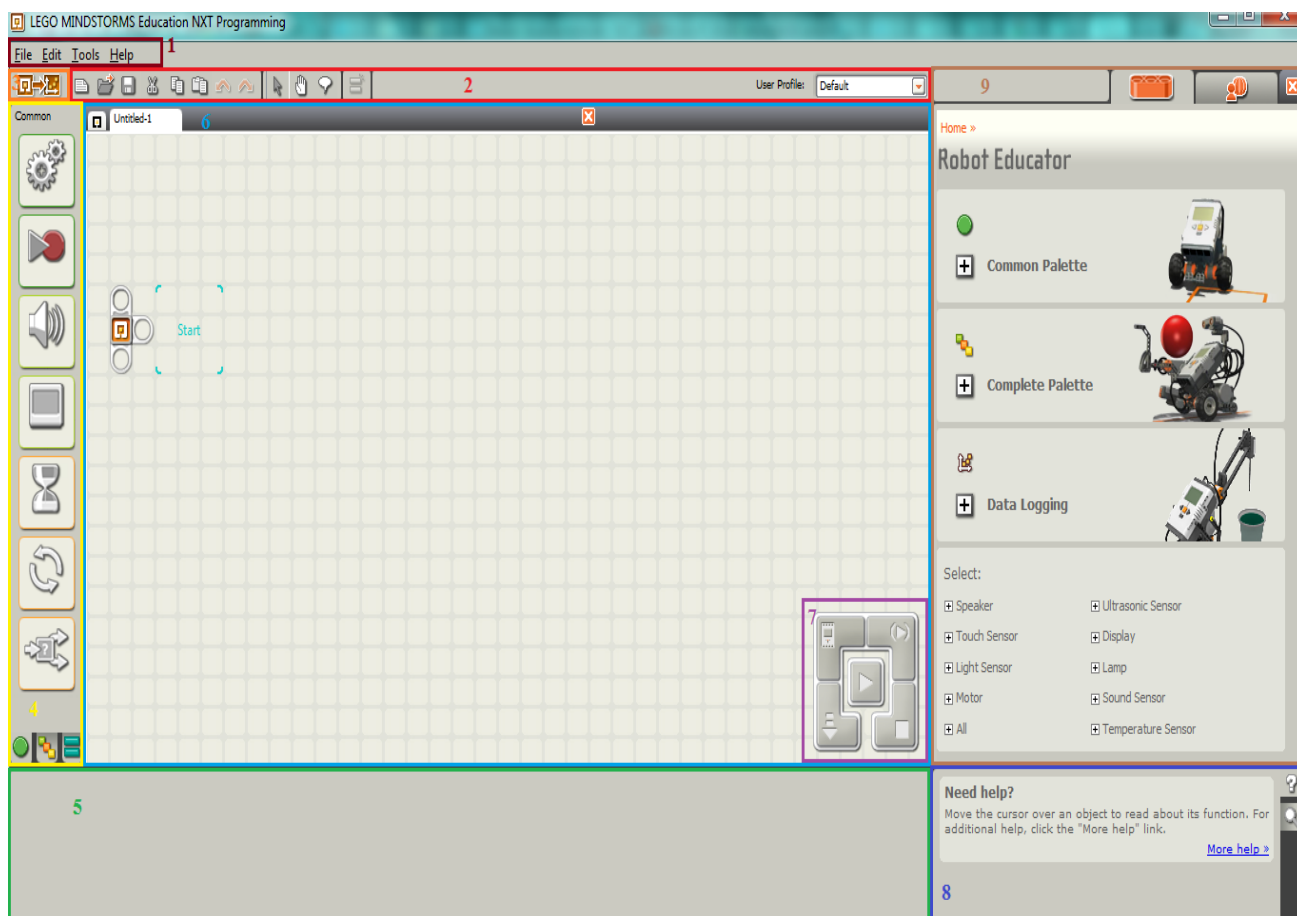
Po úspěšně dokončené instalaci a restartování počítače se na pracovní ploše vašeho monitoru budou nacházet dvě nové ikony. Ikona s názvem „*NXT 2.0 Programming*“ slouží ke spuštění programu LEGO MINDSTORMS NXT, ve kterém budete vytvářet programy pro vašeho LEGO robota a druhá ikona s názvem „*NXT 2.0 Data Logging*“ je určena ke spuštění programu, který slouží pro záznam dat.

Dvojitým kliknutím na první zmíněnou ikonu dojde ke spuštění programu, jehož prostředí můžete vidět na Obr. 2.2. V prostřední části obrazovky se nachází úvodní okno s dvěma animovanými průvodci *Getting Started* a *System Overview* (Obr. 1.11). Průvodce *Getting Started* poskytuje rychlý návod na vytvoření programu a další práci s ním. Druhý průvodce *System Overview* stručně popisuje jednotlivé části NXT programovacího prostředí. Pod těmito průvodci jsou dvě sekce. První z nich slouží pro vytvoření nového programu a druhá pro otevření nedávno vytvořených programů.



Obr. 1.11: Průvodce Getting Started a System Overview

1.3.2 Popis jednotlivých částí programu



Obr. 1.12: Prostředí programu s vyznačenými částmi

1 – Roletové nabídky

Na vrchní liště okna se nachází 4 roletové nabídky s dalšími podnabídkami:

- File - *New*
 - *Open*
 - *Close*
 - *Save*
 - *Save As*
 - *Page Setup*
 - *Print*
 - *Exit*
- Edit - *Make a New My Block*
 - *Edit Selected My Block*
 - *Edit My Block Icon*
 - *Manage Custom Pallete*
 - *Manage Profiles*
 - *Define Constants*
- Tools - *Calibrate Sensors*
 - *Update NXT Firmware*
 - *Block Import and Export Wizard*
 - *Download to Multiple NXTs*
- Help - *Contents and Indexes*
 - *Online Support*
 - *Online Updates*
 - *Register Product*
 - *About LEGO MINDSTORMS Edu NXT*

Nabídky obsahují často používané funkce a lze je aktivovat buď pomocí levého tlačítka myši nebo kombinací Alt + podtržené písmeno. Obdobným způsobem lze aktivovat i jednoduché příkazy v nabídce.

Postup:

- Kurzor myši nastavte na příslušný název nabídky a klikněte.
- Po otevření nabídky vyberte kurzorem žádanou funkci a opět na ni klikněte.

- Alternativně přidržte stisknutou klávesu Alt a stiskněte klávesu odpovídající podtrženému písmenu v názvu nabídky.

2 – Lišta s tlačítky pro rychlé spuštění

3 – Tlačítko pro přepínání mezi programem NXT Data Logging a NXT Programming Software

4 – Paleta s programovacími bloky

Programovací paleta obsahuje všechny programovací bloky, které budete potřebovat pro vytváření vašich programů. Pro jednoduché používání je programovací paleta rozdělena do tří menších palet, mezi kterými se přepíná pomocí záložek ve spodní části této sekce. Palety jsou následující:

- Common palette – Je to paleta, která obsahuje nejpoužívanější bloky. Primárně je nastavena jako výchozí bod.
- Complete palette – Tato paleta obsahuje kompletně všechny programovací bloky.
- Custom palette – V této paletě najdete stažené bloky z webu a vlastně vytvořené.

5 – Oblast pro konfigurační panel – V této části obrazovky se zobrazuje konfigurační panel. Každý programovací blok má svůj unikátní konfigurační panel, kde můžete specifikovat nastavení vybraného bloku.

6 – Programovací okno – Nachází se zde programovací plocha, na níž budete spojovat bloky do sekvence. Mezi jednotlivými programy se přepíná pomocí záložek v horní části programovacího okna. Pro uzavření aktivní programovací plochy slouží „křížek“ napravo od záložek.

7 - Controller – Obsahuje pět tlačítek, která slouží ke komunikaci mezi počítačem a NXT kostkou. Pomocí nich můžete stáhnout program (nebo jen jeho část) do NXT kostky. Jedno z pěti tlačítek je určené k otevření okna s informacemi o NXT kostce.

- *NXT window button* – Toto tlačítko, které je na *Controlleru* vlevo nahoře, otevře NXT okno, které obsahuje záložku *Memory* určenou pro správu paměti NXT kostky a záložku *Communications* s přehledem zařízení připojených k PC.

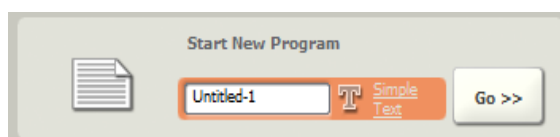
- *Download button* – Tímto tlačítkem, které je vlevo dole, stáhnete program do NXT kostky a následně ho z ní můžete spustit.
- *Download and run button* – Toto tlačítko, které se nachází uprostřed *Controlleru*, stáhne program do NXT kostky a poté ho spustí.
- *Download and run selected button* – Tímto tlačítkem, které najdete vpravo nahoře, stáhnete a spustíte jen část vašeho programového kódu. Může se jednat o jeden nebo několik bloků. Tak můžete vyzkoušet, jak bude fungovat jen malá část vašeho programu, aniž byste museli stáhnout celý program.
- *Stop button* – Toto tlačítko se nachází vpravo dole a slouží k zastavení běžícího programu.

8 - Help & Navigation – V této části se můžete přepínat pomocí dvou záložek mezi dvěma sekcemi. První záložka s názvem *Help tab* slouží jako nápověda. *Map tab* je druhá záložka, která slouží k získání přehledu nad vaším programem.

9 – Robot Educator & My Portal – Tato část má také dvě záložky. První záložka je průvodce *Robot Educator*, kde najdete instrukce pro programování modelů *Robot Educator*. V druhé záložce *My portal* jsou dvě tlačítka, která slouží pro přístup na webové stránky, první na www.mindstormseducation.com a druhé na www.legoengineering.com.

1.3.3 Vytvoření nového programu

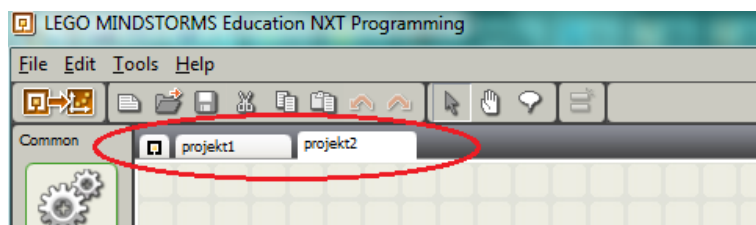
1. Klikněte do textového pole s předdefinovaným názvem „*Untitled-1*“ umístěné v sekci *Start New Program* v úvodním okně (Obr. 1.13).



Obr. 1.13: Sekce Start New Program

2. Smažte předdefinovaný text a napište název vašeho nového programu, nebo můžete ponechat původní název.
3. Klikněte na tlačítko „*Go>>*“ a úvodní okno se přepne na programovací plochu, kde budete umisťovat programovací bloky. Při vytváření nového programu si všimněte, že v horní části programovacího okna se vytvořila záložka s názvem, který jste dali vašemu programu. Můžete vytvořit více programů a pak mezi nimi přepínat pomocí těchto záložek nebo pomocí ikony programu LEGO

MINDSTORMS NXT se přepnout zpět na úvodní okno. Záložku lze zavřít „křížkem“, který je umístěný uprostřed horní části programovacího okna. Záložky pro přepínání mezi programovacími plochami a úvodním oknem jsou vidět na Obr. 1.14.



Obr. 1.14: Záložky pro přepínání mezi programy

Nový program lze také vytvořit tak, že kliknete na roletovou nabídku *File* a zvolíte volbu *New*. Nebo můžete také využít první tlačítko zleva, které je umístěné na liště pro rychle spuštění. Poslední možností pro vytvoření nového programu je použití klávesová zkratky *Ctrl+N*. Nově vytvořený program si vždy uložte, než ho budete chtít nahrát do NXT kostky.

Pokud je textové pole označeno jako na Obr. 1.13, tak podporuje pouze *Simple Text*. Jestliže textové pole není takto označeno, tak podporuje celý text, zahrnující znaky s diakritikou a asijské znaky. *Simple Text* znamená, že podporované znaky jsou velká a malá písmena A-Z, číslice 0-9, interpunkce a symboly, které jsou na Obr. 1.15. Pokud *Simple Text* textové pole obsahuje jiné než dovolené znaky a symboly, tak bude místo nich zobrazeno prázdné místo.



Obr. 1.15: Simple Text – podporované znaky

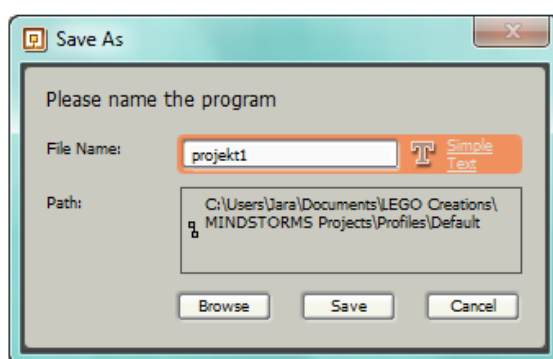
1.3.4 Uložení programu

1. Klikněte na roletovou nabídku *File* a vyberte volbu *Save as*.
2. Objeví se okno s názvem (Obr. 1.16), kde po kliknutí do textového pole *File Name* můžete napsat vámi vymyšlený název programu. Uložený program bude

mít příponu *.rbt. Do textového pole můžete napsat název programu i bez této přípony. Ta se pak sama automaticky po uložení připojí.

3. Pod textovým polem je textová oblast s názvem *Path*, kde je napsaná předdefinovaná cesta pro uložení nového programu. Cestu můžete změnit pomocí tlačítka *Browse*.
4. Pro dokončení procesu uložení klikněte na tlačítko *Save*. Pokud jste si to s uložním rozmysleli, tak pro uzavření okna klikněte na tlačítko *Cancel*.

K uložení programu lze také využít třetí tlačítko zleva, které se nachází na liště pro rychlé spuštění. Kliknutím na něj se opět objeví okno *Save As* pro uložení. Při prvním použití klávesové zkratky Ctrl+S se také vyvolá okno pro uložení. Při opětovném použití klávesové zkratky Ctrl+S se bude program průběžně ukládat.



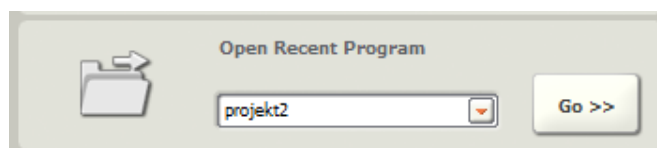
Obr. 1.16: Okno pro uložení souboru

1.3.5 Otevření programu

1. V úvodním okně v sekci *Open Recent Program* (Obr. 1.17) se nachází rozbalovací nabídka. Klikněte na šipku umístěnou na levé straně rozbalovací nabídky.
2. Rozbalí se seznam, kde jsou názvy programů, na kterých jste nedávno pracovali.
3. Klikněte na název programu, který chcete otevřít.
4. Stiskněte tlačítko „GO>>“ a otevře se daný program.

Jako bylo více způsobů pro vytvoření a uložení programu, tak i pro otevření existuje více způsobů. Jednou z dalších možností, jak lze otevřít program je, že kliknete na roletovou nabídku *File* a vyberete volbu *Open*. Otevře se okno s adresářovou strukturou, kde si najdete soubor, který chcete otevřít a stisknete tlačítko *OK*. Okno s adresářovou strukturou lze také

vyvolat pomocí klávesové zkratky Ctrl+O nebo kliknutím na druhé tlačítko zleva na liště pro rychlé spuštění.



Obr. 1.17: Sekce Open Recent Program

1.3.6 Programovací bloky

Jak bylo již zmíněno, programovací paleta se skládá z palet *Common*, *Complete* a *Custom*. Jaké programovací bloky se nacházejí v jednotlivých paletách si popíšeme v následujícím textu.

Paleta *Common* obsahuje nejpoužívanější bloky: *Move*, *Record/Play*, *Sound*, *Display*, *Wait*, *Loop* a *Switch*.

Move block (Obr. 1.18) – Tento blok uvádí motory do pohybu nebo zapíná svítidla.



Obr. 1.18: Move block

Record/Play block (Obr. 1.19) – Pomocí tohoto bloku můžete naprogramovat robota fyzickým pohybem a později pohyb přehrát jinde v programu.



Obr. 1.19: Record/Play block

Sound block (Obr. 1.20) – *Sound* blok umožňuje, aby robot vydával zvuky. Lze použít přednahráné zvuky.



Obr. 1.20: Sound block

Display block (Obr. 1.21) – *Display* blok vám dává možnost ovlivnit, co bude zobrazeno na displeji NXT kostky. Muže být zobrazen text, ikony nebo můžete sami něco nakreslit. Umístěním několika bloků za sebou můžete vytvářet velmi složité motivy.



Obr. 1.21: Display block

Wait block (Obr. 1.22) – Tento blok donutí robota čekat, dokud není splněna určitá podmínka. Robot může například čekat, dokud zvukový senzor nezaregistruje nějaký zvuk, nebo dokud neuplyne přednastavený čas a další nastavené možnosti. V paletě *Common* to je jediný blok, který má takovou funkci, že když najedete kurzorem myši nad ikonu s přesýpacími hodinami, tak se rozbalí nabídka s pěti druhy *Wait* bloků, které se od sebe liší podmínkou čekání.



Obr. 1.22: Wait block

Loop block (Obr. 1.23) – *Loop* blok je určen k tomu, aby robot dělal určitou činnost znovu a znovu. Například, aby se pohyboval pořád dopředu, dokud nebude stlačen dotykový senzor.



Obr. 1.23: Loop block

Switch block (Obr. 1.24) – Díky tomuto bloku může robot dělat rozhodnutí. Například, aby zahrnul vpravo, pokud uslyší hodně hlasitý zvuk, aby zahrnul vlevo, když uslyší málo hlasitý zvuk.



Obr. 1.24: Switch block

Paleta *Complete* obsahuje kompletně všechny programovací bloky. Skládá se ze šesti sekcí, na které když najedete kurzorem myši, tak se rozbalí nabídka s bloky, které patří do dané sekce. Sekce jsou následující: *Common*, *Action*, *Sensor*, *Flow*, *Data* a *Advanced blocks*.

Common blocks (Obr. 1.25) – Tato skupina bloků je shodná s těmi, které jsou dostupné na paletě *Common*.



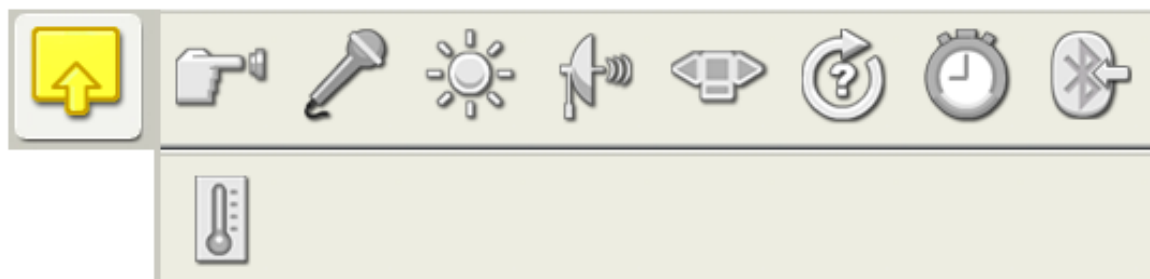
Obr. 1.25: Common bloky

Action blocks (Obr. 1.26) – Tyto bloky umožňují ovládat chování výstupních zařízení: interaktivní servomotor, NXT reproduktor, NXT displej, Bluetooth (odeslání) a svítidla.



Obr. 1.26: Action bloky

Sensor blocks (Obr. 1.27) – Kombinací těchto bloků se senzory umístěnými na vašem robotovi lze řídit jeho chování. Bloky odpovídají dotykovému, zvukovému, světelnému a ultrazvukovému senzoru; NXT tlačítka; otáčení servomotorů; časovače; Bluetooth (příjem) a volitelný teplotní senzor.



Obr. 1.27: Sensor bloky

Flow blocks (Obr. 1.28) – Tyto bloky umožňují vytvářet více komplexní chování robota. Jsou zde bloky pro čekání, opakování, rozhodování a blok pro zastavení určité činnosti nebo pro logický tok v programu.



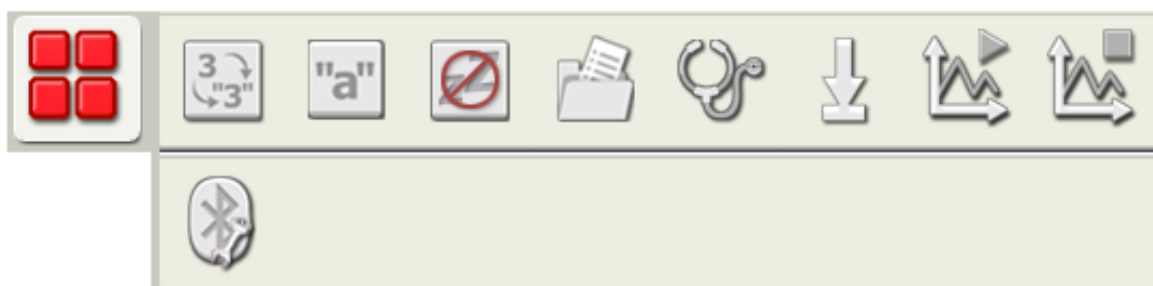
Obr. 1.28: Flow bloky

Data blocks (Obr. 1.29) – Slouží pro nastavení booleovské logiky, matematiky, porovnání, rozsahu, náhodných podmínek, proměnných nebo konstant.



Obr. 1.29: Data bloky

Advanced blocks (Obr. 1.30) – Používají se pro konvertování dat na text, přidání textu, ovládání funkce *sleep* na NXT kostce, ukládání souborů v NXT kostce, kalibraci senzorů, resetování motorů, zahájení a ukončení záznamu dat nebo připojení pomocí Bluetooth.



Obr. 1.30: Advanced bloky

Paleta *Custom* obsahuje dvě ikony: *My Blocks* a *Web Downloads*.

My Blocks (Obr. 1.31) – Zde najdete bloky, které jste si sami vytvořili. Můžete několik bloků sloučit do jednoho a pak ho využít v dalších programech.



Obr. 1.31: My Blocks

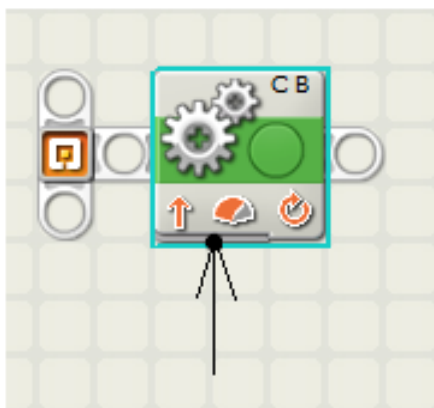
Web Downloads (Obr. 1.32) – V této sekci se nachází bloky, které jste stáhli z emailu, portálu nebo z webových stránek jako je například www.MINDSTORMSeducation.com.



Obr. 1.32: Web Downloads

1.3.7 Data hubs

Většina programovacích bloků přichází s funkcionalitou, která se nazývá *Data hub*. Pokud najedete kurzorem myši nad levou spodní část programovacího bloku (Obr. 1.33), který je již umístěn na programovací ploše, tak se objeví oboustranná šipka. Kliknutím se rozbalí *Data hub* nabídka (Obr. 1.34). Pokud znovu kliknete na stejné místo, tak se nabídka zavře. V levé části této nabídky se nachází vstupní zástrčky a v pravé výstupní zástrčky. Po najetí kurzoru myši nad zástrčku se šipka změní v symbol, který vypadá jako „svazek drátu“. Po kliknutí přejdete do režimu „kreslení“ datového spojení a můžete tak vytvořit spojení z výstupní zástrčky jednoho bloku do vstupní zástrčky druhého bloku. Datovým spojením lze přenášet informaci ve formě čísla, textu nebo formě jiných hodnot. Správně vytvořené spojení je znázorněno plnou čarou. Spojení pro přenos číselných dat je označeno žlutou čarou, textová data oranžovou čarou a data ve formě logických hodnot zelenou čarou. Nesprávné propojení dvou zástrček je znázorněné tečkovanou šedou čarou.



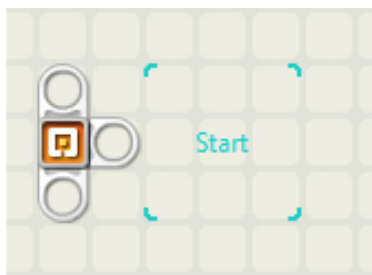
Obr. 1.33: Zde klikněte pro otevření Data hub nabídky



Obr. 1.34: Data hub nabídka bloku Move se vstupními a výstupními zástrčkami

1.3.8 Startovní bod

Když začnete vytvářet program, tak první blok se vždy umísťuje na programovací ploše do místa, kde je modrým písmem napsáno „Start“. Toto místo je spojené s oblastí, která se nazývá „startovní bod“ (Obr. 1.35). Poznáte ho podle symbolu LEGO MINDSTORMS NXT programu. Pokud kliknete na tlačítko pro stažení programu do NXT kostky, tak budou staženy jen ty bloky, které jsou spojené se „startovním bodem“. Ostatní bloky, které se nachází volně na programovací ploše, staženy nebudou.

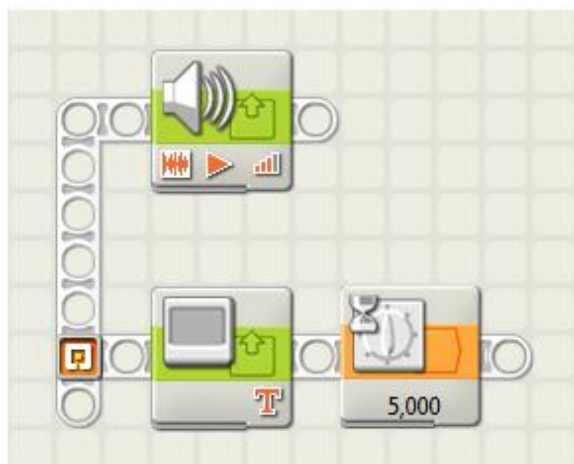


Obr. 1.35: Startovní bod a oblast pro umístění prvního bloku

Při kliknutí na „startovní bod“ nebo při pouhém najetí kurzoru myši nad něj se v konfiguračním panelu objeví textové pole, kde můžete napsat poznámky ke svému programu. Tyto poznámky jsou uloženy společně s programem.

1.3.9 Sequence beam

Tento anglický výraz lze doslova přeložit jako „sekvenční paprsek“. Protože mě do češtiny nenapadl žádný lepší překlad, tak budu používat doslovný překlad uvedený výše. Abyste lépe pochopili, o co se jedná, musíte se podívat na Obr. 1.35. Jsou to tři bílé výběžky s kruhovým otvorem, které vychází ze „startovního bodu“. Hlavní „sekvenční paprsek“ je spojen s místem, kam se umístí první blok. „Sekvenční paprsek“ řídí tok vašeho programu. Určuje pořadí, v jakém budou jednotlivé bloky vykonány. Bloky, které jsou spojeny „sekvenčním paprskem“, který vychází ze startovního bodu, mohou být staženy do NXT kostky. Ostatní bloky, které nejsou takto spojeny, staženy nebudou. Ze „startovního bodu“ lze vytvořit paralelní „sekvenční paprsek“, který umožní současné vykonávání bloků. Například NXT kostka může vydávat nějaký zvuk a zároveň na displeji může být zobrazen nějaký text (Obr. 1.36).



Obr. 1.36: Příklad paralelního běhu programu

Paralelní větev vytvoříte tak, že najedete kurzorem myši na horní nebo spodní výběžek ze „startovního bodu“ a šipka se změní ve „svazek drátu“, jako tomu bylo u *data hubs*. Kliknutím a pohybem myši začnete vytvářet nový „sekvenční paprsek“, který můžete připojit k programovacím blokům. Když stáhnete program do NXT kostky a spustíte jej, tak bloky na obou „sekvenčních paprscích“ budou vykonávány současně. Použitím datových spojení mohou bloky na paralelních větvích spolu komunikovat.

Paralelní větev nemusíte vytvářet jen ze „startovního bodu“, ale také i z jiného místa ve vašem programu. Uděláte to tak, že kurzor myši přesunete na místo, odkud chcete vytvořit nový „sekvenční paprsek“. Zobrazí se oboustranná šipka. Musíte držet stisknutou klávesu Shift, aby se objevil již zmiňovaný „svazek drátu“. Kliknutím a pohybem myši můžete začít vytvářet nový „sekvenční paprsek“.

1.3.10 Tvorba vlastních bloků

My block builder je funkcionalita, která vám dovoluje označit skupinu bloků na programovací ploše a sloučit je do jednoho bloku. Pro nový blok si můžete nastavit vlastní vzhled a po dokončení ho budete moci najít na paletě *Custom* pod ikonou *My blocks*. Například můžete vytvořit vlastní blok, který se bude jmenovat „Pohyb robota“. Tento váš blok vznikne sloučením bloku *Move*, který bude řídit pohyb robota a bloku *Sound*, kdy robot bude vydávat nějaký zvuk při svém pohybu. To vám usnadní práci, pokud budete chtít u jiných robotů

naprogramovat tu samou činnost. Vše budete mít nastavené a vy jen blok přetáhnete z palety *Custom* na programovací plochu.

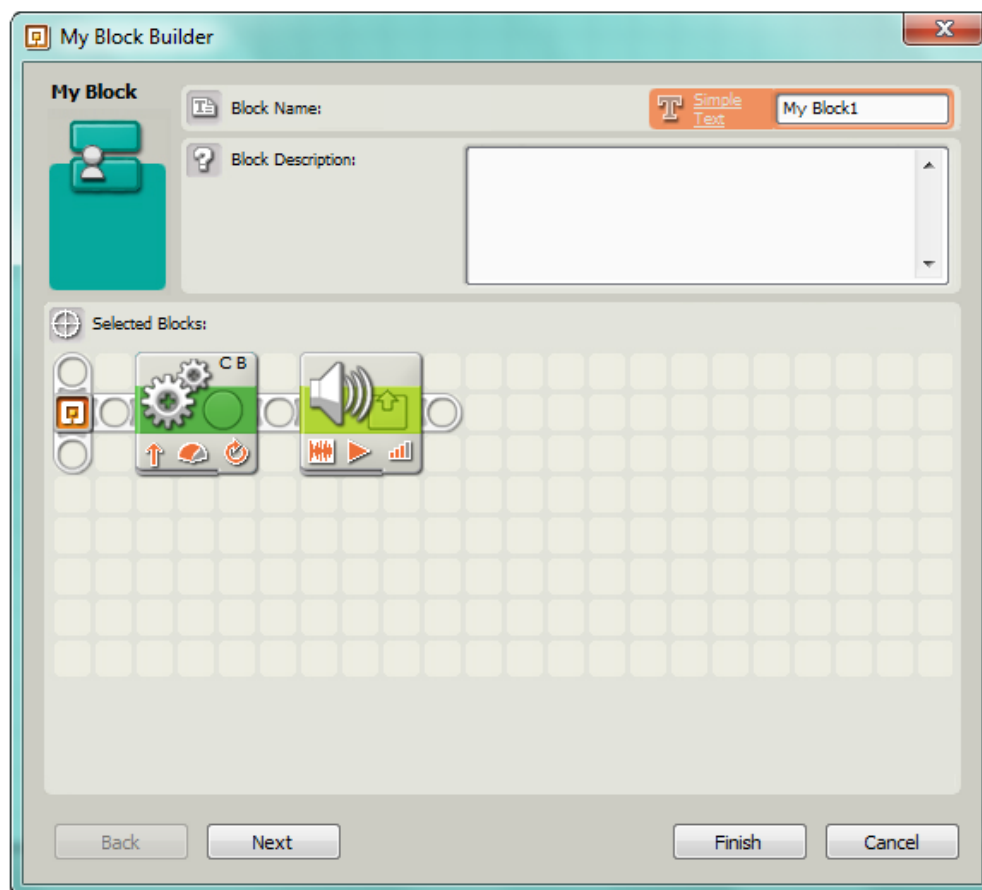
1.3.10.1 Vytvoření vlastního bloku

1. Nejprve na programovací plochu umístěte bloky, které logicky patří k sobě.
2. Vyberte bloky tak, že umístíte kurzor myši do jednoho rohu pomyslného obdélníku, který bude obklopovat všechny bloky, které chcete sloučit. Podržte stisknuté tlačítko myši a přejeďte kurzorem myši do protějšího rohu pomyslného obdélníku tak, aby byly ohraničeny všechny požadované bloky. Po uvolnění tlačítka myši by měly být všechny bloky, které budou tvořit nový blok, označeny. Poznáte to tak, že hrany bloků budou zbarveny modře. Pamatujte si, že výběr, který bude zahrnovat bloky jen částečně, způsobí také jejich označení. Výběr bloků můžete vidět na Obr. 1.37.



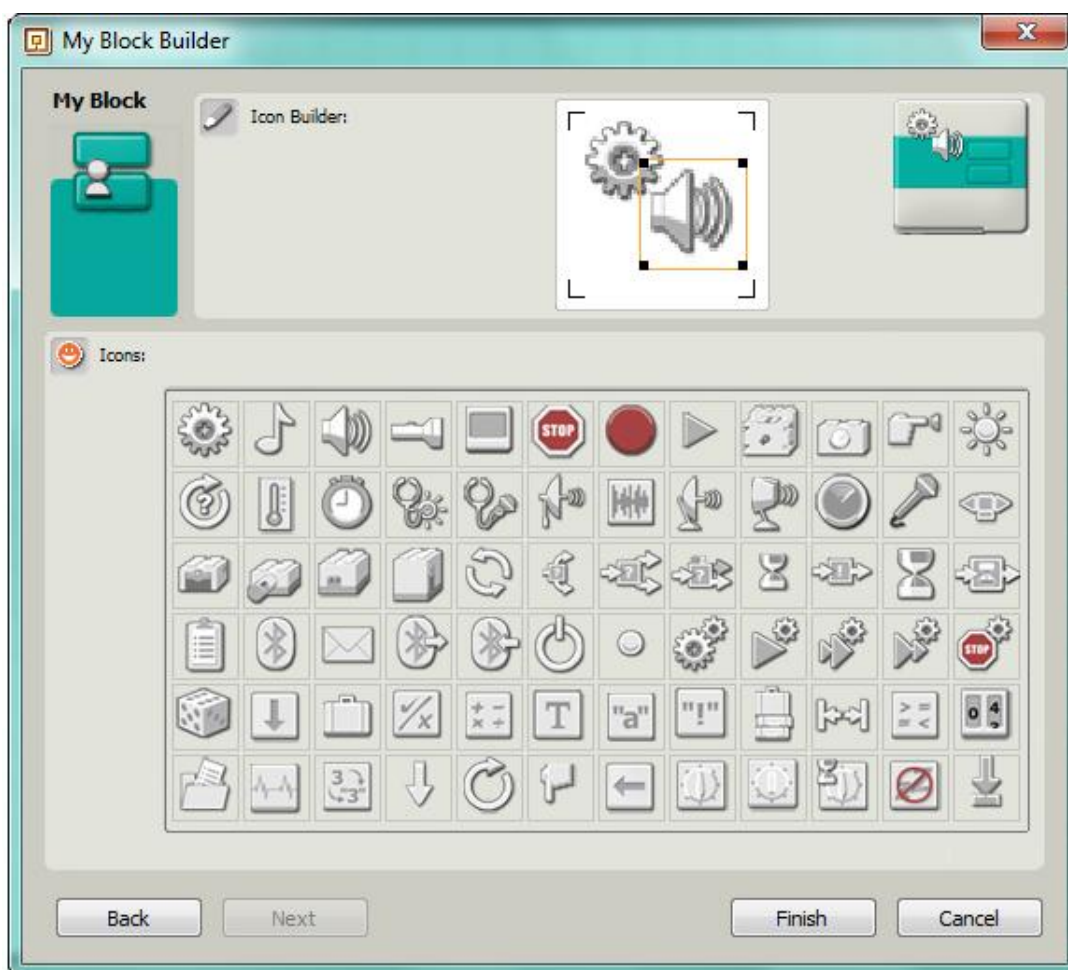
Obr. 1.37: Výběr bloků pro sloučení do jednoho bloku

3. Pokud se vám povedlo bloky označit, tak klikněte na roletovou nabídku *Edit* a poté klikněte na podnabídku *Make a New My Block*. Zobrazí se okno průvodce *My Block Builder* (Obr. 1.38). Toto okno můžete také otevřít kliknutím na tlačítko, které je první zleva na liště s tlačítky pro rychle spuštění.



Obr. 1.38: Úvodní okno průvodce My Block Builder

4. V sekci *Block Name* je textové pole, kam napíšete název vašeho nového bloku. V další sekci, která je pojmenována *Block Description*, se nachází textové pole, kde můžete napsat krátký popis, co váš nový blok dělá. Poslední sekce *Selected Blocks* vám ukazuje bloky, které jste vybrali.
5. Klikněte na tlačítko *Next* a přejdete k návrhu ikony nového bloku (Obr. 1.39). Přetažením můžete dostat jednu nebo dvě ikony ze sekce *Icons* do editovací oblasti v sekci *Icon Builder*. Klávesovými šipkami lze doladit umístění ikony (nebo ikon) do finální pozice. Velikost ikony v editovací oblasti změníte tak, že kurzor myši přesunete na jeden z jejích rohů, kde je černý obdélníček. Stiskněte a držte levé tlačítko myši. Pohybem myši upravujete velikost ikony. Napravo od editovací oblasti je ukázán náhled, jaký bude vzhled vašeho nového bloku.



Obr. 1.39: Okno průvodce My Block Builder pro editaci vzhledu nové ikony

6. Kliknutím na tlačítko *Finish* dokončíte tvorbu vašeho nového bloku a na programovací ploše se již bude nacházet vámi vytvořený blok. Když byste chtěli blok například využít v jiném programu, tak ho najdete na programovací paletě v záložce *Custom* pod ikonou *My Blocks*.

Je dobré si uvědomit, že každé vstupní a výstupní datové spojení, které překročilo pomyslný obdélník při výběru bloků, bude tvořit vstupní a výstupní zástrčku na v *Data hub* nabídce nového bloku. Pokud chcete změnit dispozice zástrček u nového bloku, tak ho budete muset vytvořit znovu, ale tentokrát se správnými zástrčkami a tomu odpovídající datová spojení, která vychází z oblasti výběru pomyslným obdélníkem.

1.3.10.2 Úprava vytvořeného bloku

Když byste chtěli změnit obsahu vašeho vytvořeného bloku, tak to provedete tak, že na něj na programovací ploše dvakrát kliknete nebo ho označíte kliknutím na něj a z roletové nabídky *Edit* vyberete podnabídku *Edit Selected My Block*. Pokud chcete změnit

pouze vzhled programovacího bloku, tak na něj na programovací ploše klikněte. Pak z roletové nabídky *Edit* vyberte podnabídku *Edit My Block Icon*. Tím se spustí *My block Builder*, kde můžete provést změny.

1.3.10.3 Správa palety *Custom*

Pro správu *Custom* palety je potřeba vykonat následující kroky:

1. Klikněte na roletovou nabídku *Edit* a vyberte podnabídku *Manage Custom Palette*.
2. Tím otevřete okno s adresářovou strukturou vašeho počítače a budete se nacházet ve složce *Blocks*, kde jsou dvě podsložky *My Blocks* a *Web Blocks*. Do složky *My Blocks* si můžete přidat bloky, které jste například od někoho obdrželi. Zároveň je zde také můžete smazat.

V paletě *Custom* se nachází dvě předdefinované podsekce *My Blocks* a *Web Downloads*. Vy máte možnost vytvořit vlastní podsekcí a to tak, že ve složce *Blocks* vytvoříte novou složku. Máte možnost změnit vzhled vlastní podsekce tak, že do nově vytvořené složky, která odpovídá nové podsekci, umístíte dva obrázkové soubory s příponou PNG (Portable Network Graphics) o rozměrech 45x45 pixelů. První soubor musí být pojmenován *PaletteIcon.png* a druhý *PaletteIconHiligh.png*. Pro specifikování nápovědy, která se zobrazí při najetí kurzoru myši nad novou podsekci, je potřeba do stejné složky umístit textový soubor s názvem *PaletteIcon.txt*, který bude obsahovat text nápovědy.

1.3.11 Práce s proměnnými

Proměnou si můžete představit jako místo pro uložení hodnoty ve vestavěné paměti NXT kostky. Programovací bloky mohou přečíst, ale i měnit proměnnou aktuální hodnotu připojením k bloku s datovými spojeními.

1.3.11.1 Vytvoření proměnné

1. Chcete-li vytvořit proměnnou, tak musíte kliknout na roletovou nabídku *Edit* a vybrat podnabídku *Define Variable*. Otevře se okno, které má název *Edit Variables*. V sekci *List* je uvedeno jméno a typ předdefinovaných proměnných. Pro vytvoření nové proměnné klikněte na tlačítko *Create* a získáte přístup do sekce *Name*, kde do textového pole napište název nové proměnné a v sekci *Data Type* vyberte z roletového seznamu typ proměnné. Proměnná může být typu text, číslo nebo logická.

2. Přetáhněte *Variable* blok z programovací palety na programovací plochu. V konfiguračním panelu v sekci *List* kliknutím vyberte proměnnou, kterou budete chtít použít.
3. V sekci *Action* můžete vybrat čtení – *Read* nebo zápis – *Write* do proměnné. Výběrem možnosti *Write* lze v průběhu času měnit hodnotu proměnné přepsáním její aktuální hodnoty novou informací. Pokud to chcete udělat, tak musíte vytvořit datové spojení do vstupní zástrčky v *data hub* nabídce, které přinese nové informace. Pokud chcete pouze číst konstantní hodnotu z bloku *Variable*, tak v sekci *Action* vyberte možnost *Write*, aby se vám zpřístupnila sekce *Value*, kde pomocí šipek nahoru nebo dolů můžete nastavit požadovanou číselnou hodnotu. Když nechcete klikat na šipky, tak stačí kliknout do textového pole a požadovanou hodnotu napsat přímo z klávesnice. Pokud se jedná o proměnnou typu text, tak do textového pole napíšete požadovaný text a v případě logické proměnné vyberete přepínačem hodnotu *True* - pravda nebo *False* – nepravda. Pak již stačí zpátky přepnout na možnost *Read*. Dejte si pozor, když by bylo do vstupní zástrčky připojeno datové spojení a *Variable* blok by měl nastavenou akci *Read*, tak nové informace, které by přicházely datovým spojením, by měly přednost před jakoukoliv konstantní hodnotou.

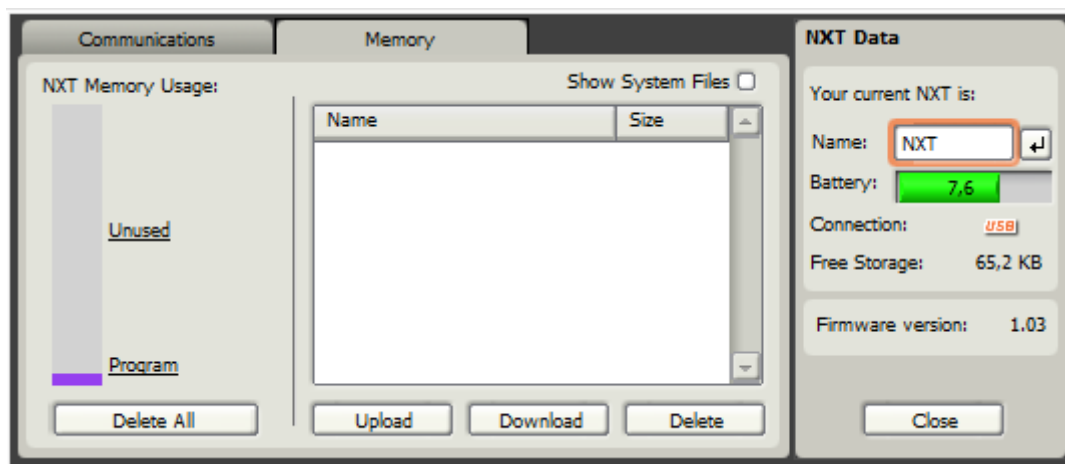
1.3.11.2 Použití proměnné

Hodnota proměnné se může měnit v průběhu času. Například chcete vytvořit proměnnou „Úroveň osvětlení“ a nastavíte jí počáteční hodnotu 50. Potom váš robot, který je vybaven světelným senzorem, přijede na určité místo a zde zaznamená úroveň osvětlení. Nabízí se zde příležitost využití bloku *Variable*, který musí být nastaven v režimu *Write*. Aby se do něj nahrála aktuální hodnota osvětlení v tom daném místě, tak musí být vytvořeno datové spojení z výstupní zástrčky bloku *Light sensor* do vstupní zástrčky bloku *Variable*. Později ve vašem programu budete moci použít *Variable* blok, který musí být nastaven v režimu *Read* a pomocí datového spojení mezi výstupní zástrčkou a vstupní zástrčkou jiného bloku budete moci přistoupit k nahrané hodnotě úrovně osvětlení.

Data hub nabídky bloku *Variable* se rozbíjí automaticky, když je umístěn na programovací plochu. Pokud chcete přečíst aktuální hodnotu z bloku, tak musíte vytvořit datové spojení z výstupní zástrčky. Když budete chtít zapsat novou informaci do proměnné, tak musíte vytvořit spojení do vstupní zástrčky bloku *Variable*.

1.3.12 Správa souborů a paměti NXT kostky

Občas je zapotřebí spravovat soubory a paměť NXT kostky. Můžete to udělat ze záložku *Memory* z okna *NXT* (Obr. 1.40), které spustíte tlačítkem z *Controlleru* umístěným vlevo nahoře. Záložka *Memory* poskytuje grafický přehled využití paměti NXT kostky. Můžete poslat programy, zvuky, grafické a další soubory z počítače do NXT kostky. Také můžete kopírovat a mazat soubory, které jsou už na NXT kostce uloženy.



Obr. 1.40: Záložka Memory okna NXT

Každá NXT kostka má dostupnou paměť o velikosti zhruba 130,7 kB. Část paměti je obsazena příkladovými programy, grafickými a zvukovými soubory, které jsou výrobcem nahrány na NXT zařízení. Zbývá asi 56 kB paměti pro soubory, které sami vytvoříte a stáhnete.

1.3.12.1 Smazání souboru

Pokud překročíte velikost volné paměti můžete smazat nějaké soubory z NXT kostky. Pomocí grafického přehledu využití paměti na levé straně záložky zjistíte, který typ souborů zabírá většinu paměti. Klikněte na jméno kategorie příslušného typu souborů a zobrazí se seznam souborů v dané kategorii. Klikněte na soubor ze seznamu, který chcete smazat a klikněte na tlačítko *Delete*.

1.3.12.2 Smazání všech vytvořených souborů

Můžete smazat všechny vaše vytvořené soubory a vyčistit paměť NXT kostky kliknutím na tlačítko *Delete All*. Smažete tak všechny soubory, které jste kdy poslali do NXT

kostky a přeorganizuje se paměť tak, aby bylo co nejvíce volného místa pro nové soubory. Systémové soubory, které byly v továrně přednahrány, smazány nebudou.

Literatura

Monografie:

- [1] KELLY, James Floyd. LEGO® MINDSTORMS® NXT – G Programming Guide. [s.l.] : Apress, 2007. 196 s. ISBN 1590598717, ISBN-13: 978-1590598719.
- [2] ASTOLFO, Dave; FERRARI, Mario; FERRARI, Giulio. Bulding Robots With Lego® Mindstorms® NXT. Burlington (Massachusetts) : Syngress, 2007. 448 s. ISBN 1597491527, ISBN-13: 978-1597491525.
- [3] GASPERI, Michael; HURBAIN, Philippe E.; HURBAIN, Isabelle L. Extreme NXT: Extending the LEGO® MINDSTORMS® NXT to the Next Level. [s.l.] : Apress, 2007. 312 s. ISBN 1590598180, ISBN-13: 978-1590598184.

Bakalářské práce:

- [4] TROJÁNEK, Pavel. Využití robota LEGO MINDSTORMS při výuce. Praha, 2009. 94 s. Bakalářská práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická, Katedra řídicí techniky.

Internetové odkazy:

- [5] programujte.com [online]. c2004-2010 [cit. 2010-05-15]. Robotika-úvod. Dostupné z WWW: <<http://programujte.com/?akce=clanek&cl=2005121101-robotika-uvod>>
- [6] robotika.cz [online]. c2010 [cit. 2010-05-15]. Co je to robot?. Dostupné z WWW: <<http://robotika.cz/guide/robot/cs>>
- [7] Stránky všeobecně o programování [online]. c2010 [cit. 2010-05-15]. Programovací jazyky. Dostupné z WWW: <<http://k-prog.wz.cz/progjaz/index.php>>
- [8] Wikipedie – Otevřená encyklopedie [online]. c2010 [cit. 2010-05-15]. Počítačový program. Dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Počítačový_program>
- [9] Algoritmy.net [online]. c2008-2010 [cit. 2010-05-15]. Dostupné z WWW: <<http://www.algoritmy.net/>>
- [10] The NXT STEP - LEGO® MINDSTORMS® NXT blog : Home [online]. c2006 [cit. 2010-05-15]. Dostupné z WWW:

<<http://thenxtstep.blogspot.com/2006/05/how-robocenter-works.html>>

[11] MINDSTORMS.LEGO.com : Home [online]. c2010 [cit. 2010-05-15]. Dostupné z WWW: <<http://mindstorms.lego.com/en-us/whatisnxt/default.aspx>>

[12] ORTOP – Oregon Robotics Tournament and Outreach Program [online]. c2010 [cit. 2010-05-15]. Essentials. Dostupné z WWW: <http://www.ortop.org/NXT_Tutorial/html/essentials.html>

[13] National Instruments Corporation [online]. c2010 [cit. 2010-05-15]. How LEGO® MINDSTORMS® NXT Works. Dostupné z WWW: <<http://www.ni.com/academic/mindstorms/works.htm>>

[14] Robot Magazine – The Latest in Hobby, Science and Consumer Robotics [online]. c2009 [cit. 2010-05-15]. Programming Solutions for the LEGO MINDSTORMS NXT. Dostupné z WWW: <http://www.botmag.com/articles/10-31-07_NXT.shtml>

[15] Team Hassenplug [online]. c2007 [cit. 2010-05-15]. NXT Programming Software. Dostupné z WWW: <<http://www.teamhassenplug.org/NXT/NXTSoftware.html>>

Ostatní:

[16] LEGO® MINDSTORMS® Education. NXT 2.0 Programming Help, 2008

[17] LEGO® MINDSTORMS® Education. NXT 2.0 UserGuide, 2008